

# 地方都市におけるバス運行の定時性評価に関する研究

長岡技術科学大学 インフラ計画研究室 須賀 由美子  
指導教官 佐野 可寸志  
松本 昌二

## 1. はじめに

バス交通は、環境負荷の軽減や交通渋滞の緩和、交通事故の抑制のためにも極めて重要な公共交通機関である。しかし、近年のモータリゼーションの急速な進展により、バスをはじめとする公共交通機関の利用者は年々減少している。その結果、自動車交通による交通混雑が慢性化している。そこで、バスのサービスレベルを向上させ、バス交通への交通手段の転換を図ることが重要である。バスのサービスレベルを決定する要因としては、運行頻度、所要時間、運賃などが挙げられるが、運行時刻の定時性も重要な要素である。

定時性の向上によって、バス利用者は待ち時間が減少の効果があるが、バス事業者にとっても、利用者増加に伴う収益の増加や折り返し時間減少による運行経費の削減につながる。

そこで本研究では、新潟県長岡市を対象に調査・分析を行い、定時性が向上したときの利用者、事業者便益を推計し、定時性向上がバスシステム全体にもたらす効果を定量的に示す。

## 2. 現状の把握

### 2.1 バスの運行実態

駅ターミナルに到着するバスの遅れ時間を調査したところ、ダイヤ時刻より2~4分早く到着する割合が多く、全体では平均で2分程度の遅れだった。これは、大幅な遅れを予測し、駅の到着時刻が遅延した時刻表を作成していることから、ダイヤ時刻よりも早く到着する便もあるということがいえる。時間帯別にみると、始発から7時までの早朝は、ダイヤ時刻より2~4分早く到着する本数の割合が多い。その後、7時台前半(7:00~7:29)、後半(7:30~7:59)、8時台と続くにつれて、遅れ時間が大きくなる傾向にある。また、8時台前半(8:00~8:29)は、ダイヤ時

刻よりも遅れる(遅れ時間 0 [min]~)割合が、当該時間帯の約70%を占め、8~10 [min]の割合は20%に昇る。これは通勤時間による道路混雑の影響と考えられる。

さらに、駅ターミナルにおける調査から、遅延の大きい時間帯、路線を特定し、停留所調査を行った。停留所調査では、始発地からの距離が近い停留所では、遅れ時間も分散も小さい。一方、始発地から離れた停留所では遅れ時間も大きく、分散値も大きいことが分かった。

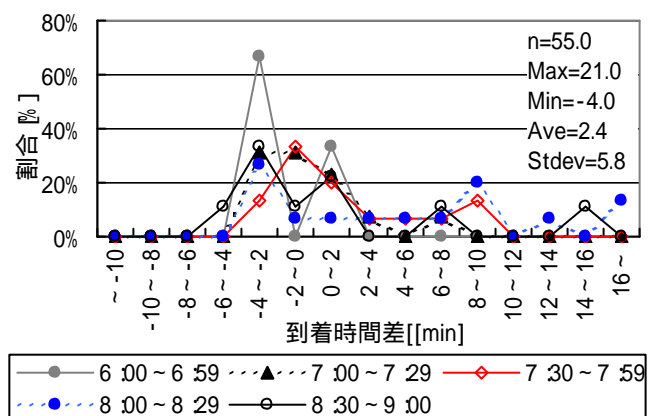


図1 バス遅れ時間

### 2.2 利用者行動分析

利用者の交通行動においては、遅れの小さい停留所では、利用者はダイヤ時刻よりも早着し、遅れの大きい停留所では早着する利用者層と遅着する利用者層に二極化する傾向がみられた。さらに詳しく調査した結果、遅れの大きい停留所において、利用者の利用頻度別にみると、高頻度利用者はダイヤ時刻よりも停留所に到着する時刻が遅く、またばらつきが小さい。一方、低頻度利用者の到着時刻は、高頻度利用者に比べて、ダイヤ時刻よりも早着する利用者の割合が大きく、遅着する割合が小さい。これより、高頻度利用者はバスの遅延を予測して停留所に来停しているが、低頻度利用者はバスの遅延によって待ち時間が増加するといえる。

### 3. 定時性向上による利用者便益の推計

運行定時性が向上することによって、バスの遅延が減少し、結果として停留所留所での乗客の待ち時間は減少する。数量化 類分析によって、利用者の減少された待ち時間を推計し、これを貨幣タームに変換することによって、利用者便益を定量的に示す。

#### 3.1 バス利用者アンケート調査

実態調査を行った停留所のうち傾向が見られた5停留所と、利用者乗降人数の多い停留所(越後交通株)/系統別利用人員表より計14停留所(図2)において、バス利用者にアンケート調査を行った。表1に調査概要と、表2にアンケート項目を示す。アンケートの記入者の正確な停留所到着時刻を把握するために、利用者が停留所に到着した到着時刻をアンケート調査票に記録し、バス乗車直前に該当する到着時刻の利用者に手渡した。実態調査と同様に、バス到着時刻調査も同時に行う。また、回収は調査員が後日受け取る方法と、停留所にて設置したボックスに投函または郵送とした。配布数は264、回収116、回収率は44%であった。このうち、有効な回答のあった71サンプルを用いて数量化 類分析を行った。

表1 アンケート調査概要

期間・時間帯	平成16年9月8日(水)～平成15年9月12日(火)・始発～9時 平成16年9月27日(月)～平成15年10月1日(金)・始発～9時 (土・日を除く)
対象路線	小国車庫-塚山-親沢線、浦-来迎寺-神谷-飯島線、 与板-関原線、ニュータウン-越後丘陵公園-関原線、 ニュータウン-歴史博物館-希望が丘線、宮大積-関原線
対象停留所	西中入口、上除住宅、関原2丁目、青葉台2丁目、NTセンター、 時計台公園前、池ノ端、北山、下山、上ノ原、関原三叉路、 鳥越上原、大島3丁目、長峰団地(計14箇所)
調査内容	バスの停留所到着時刻、利用者の停留所到着時刻、利用者個人属性



図2 アンケート調査対象地域

表2 アンケート項目の概略

項目	選択肢
性別	1.男性 2.女性
年齢	1.9歳以下 2.10代 3.20代 4.30代 5.40代 6.50代 7.60歳以上
職業(業種)	1.学生 2.技能工・生産工程 3.販売 4.サービス 5.運輸・通信 6.事務 7.管理 8.技術・専門 9.その他( )
自宅の住所	自宅住所を記入
勤務先の住所	勤務先を記入
普通免許証免許の有無	1.有り 2.無し
自動車の有無	1.有り(ア.個人専用 イ.家族共用) 2.無し
バス利用目的	1.通勤 2.通学 3.通院 4.買い物 5.その他( )
自宅出発時刻	通常:( )時( )分 雨天時:( )時( )分 降雪時:( )時( )分
勤務先の始業時刻	始業時刻を記入
勤務先の到着時刻	到着時刻を記入
利用頻度	( )回/週 曜日(月.火.水.木.金.土.日)
利用者の感じるバス遅れ時間	平均遅れ時間( )分 最大遅れ時間( )分
トリップ内容	自宅から勤務先までの利用交通手段とその所要時間を記入
その他	バス交通に対する要望 13項目の中から該当する要望を選択
	バスの利用理由 13項目の中から該当する利用理由を選択

#### 3.2 待ち時間推計モデルの構築

定時性が向上したときの利用者の待ち時間を推計するために、アンケート調査データにおける個人属性やバスの遅れ時間等を説明変数として、数量化 類を行った。

##### (1) モデル構造

目的変数は、利用者便益を推計するための待ち時間とし、説明変数はアンケート調査によってえられたデータから変数選択を行い、有用な変数を選択する。

$$T_{wt} = \sum_i X_i + 0$$

$T_{wt}$  利用者の停留所での待ち時間

$X_i$  説明変数

$i$  未知パラメータ

##### (2) 説明変数

数量化 類モデルの説明変数として、アンケート調査より得られたデータのうち、性別、年齢層、職業、自動車保有の有無、免許保有の有無などの個人属性をモデルの説明変数とした。停留所までの距離は、利用者の自宅から利用停留所までの距離を算出したものである。またその他の変数として、その乗客が利用する停留所でのバスの遅れはどのくらいか、運行間隔はどの程度かというバス運行に関する変数を用いてモデルの構築を行う。これらの説明変数の一覧を表3に示す。バスの遅れ時間は、バスが停留所に到着した時刻のダイヤ時刻からの遅れ時間であり、運行間隔は、乗客が乗車する便から次の便までの時間を示す。

表3 説明変数の一覧

変数	説明
性別ダミー	1:男 0:女
年齢ダミー	1:10代 0:その他
	1:20代 0:その他
	1:30代 0:その他
	1:40代 0:その他
	1:50代 0:その他
職業ダミー	1:技能工・生産工程 0:その他
	1:販売 0:その他
	1:サービス 0:その他
	1:運輸・通信 0:その他
	1:事務 0:その他
	1:管理 0:その他
	1:技術・専門 0:その他
	1:学生 0:その他
自動車保有ダミー	1:自動車あり 0:自動車なし
自動車免許ダミー	1:免許あり 0:免許なし
目的ダミー	1:通勤 0:その他
	1:通学 0:その他
	1:通院 0:その他
	1:買い物 0:その他
目的地ダミー	1:駅 0:駅以外
乗り換えダミー	1:乗り換えあり 0:乗り換えなし
利用頻度	1:週間のうちの利用回数
バス停までの距離	利用者の自宅から最寄バス停までの距離
バス遅れ時間	バス停到着時刻のダイヤからの平均遅れ時間
バス運行間隔	次便までの時間

(3) 回帰式

利用者の停留所での待ち時間を推計するため、待ち時間を目的変数とするモデルを構築する。なお、説明変数は前節でまとめた変数をモデルに適用する。変数選択の方法は、全変数法と変数増減法（ステップワイズ法）によって変数選択を行う。全変数法では、全ての説明変数をモデルに取り込み、各々の説明変数がモデルにどの程度影響を与えているかをみる。変数増減法は、最も代表的な説明変数の選択方法で、1 つずつ説明変数を取捨選択しながら、あてはまりのよいモデルに近づけていく。

$$\begin{aligned}
 T_p = & b_1 S_1 + (b_{21} S_{21} + b_{22} S_{22} + b_{23} S_{23} + b_{24} S_{24} + b_{25} S_{25}) \\
 & + (b_{31} S_{31} + b_{32} S_{32} + b_{33} S_{33} + b_{34} S_{34} + b_{35} S_{35} + b_{36} S_{36} \\
 & + b_{37} S_{37} + b_{38} S_{38}) \\
 & + b_4 S_4 + b_5 S_5 + (b_{61} S_{61} + b_{62} S_{62} + b_{63} S_{63} + b_{64} S_{64}) \\
 & + b_7 S_7 + b_8 S_8 + b_9 S_9 + b_{10} S_{10} + b_{11} T_i + b_{12} T_i + b_0
 \end{aligned}$$

$T_{wr}$  : 利用者の停留所での待ち時間

$S_1$  : 利用者の性別

$S_8$  : 乗り換えの有無

$S_2$  : 利用者の年齢

$S_9$  : 利用頻度

$S_3$  : 利用者の職業

$S_{10}$  : 自宅から停留所までの距離

$S_4$  : 自動車保有の有無

$T_i$  : バスの遅れ時間

$S_5$  : 免許保有の有無

$T_i$  : バスの運行間隔

$S_6$  : 利用目的

$b_k$  : 未知パラメータ

$S_7$  : 目的地

(4) パラメータの推定結果

表4に数量化 類の有用な変数だけを取り入れた変数増減法による分析結果を示す。なお変数減少法による分析は、F値が2.0以上の説明変数のみを選定して分析を行った。各々のパラメータのt値は、十分に高い値を得ることができ、免許保有ダミーを除いたその他の変数はすべて2.66以上であり、1%有意水準を満たしている。

“バスの遅れ時間”は、符号が正となっており、バスの遅延が利用者のバス待ち時間を増加させ、利用者に負の効用を与えていることがわかる。また、t値は7.88と十分に高く、標準化偏回帰係数も最も大きいことから、バスの遅れ時間が利用者の待ち時間に大きく影響を与えているといえる。

“運行間隔”についても、パラメータの符号が正であることから、運行間隔（次便との時間差）が大きいと、利用者がバスに乗り遅れないように停留所に早く来停し、待ち時間が増加することが考えられる。また、t値は3.02と1%有意水準を満たしている。

モデル全体の適合度を示す決定係数  $R^2$  は、0.74 から0.68となり全変数法に比べ低下したが、自由度で調整した決定係数  $R^{*2}$  は、0.59から0.64と向上した。 $R^{*2}$  値が0.64とそれほど高い精度は得られなかったが、その原因として以下のことが考えられる。分散分析表(表4)より、回帰変動、誤差変動、全体変動のそれぞれの平方和が得られた。待ち時間の残差平方和をその自由度で割った分散  $Ve$  の値は12,769.0であり(表4)、到着時間差の分散の平均値は7,487.2である(図3)。図3より、同じ利用者(同じ説明変数を持つ利用者)でも、日々異なる到着時刻を持つことから、到着時間差は大きく変動することがわかる。このとき、到着時間差の分散が待ち時間の誤差分散  $Ve$  に占める割合は

56% (7,787 / 12,769.0) にも上る。このことは、日々異なる要因を除くすべての要因を抽出したモデルを作ったとしても、決定係数は0.85(0.64+(1-0.64)×59%)にしかならないことを意味している。したがってこのモデルは、モデルで説明できる範囲で精度の高いモデルであるといえる。

表4 数量化 類分析結果

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	T 値	判定
自動車保有ダミー	-127.84	-0.26	3.25	**
免許保有ダミー	-68.30	-0.18	2.19	*
通院	323.90	0.40	4.58	**
乗換えダミー	110.76	0.27	3.62	**
利用頻度	-40.52	-0.32	3.77	**
バス遅れ時間	0.61	0.60	7.88	**
運行間隔	0.02	0.23	3.02	**
定数項	307.17		4.61	**
決定係数	0.68			
修正決定係数	0.64			
重相関係数	0.82			
修正重相関係数	0.80			
要因	偏差平方和	自由度	分散	判定
回帰変動	1697043.88	7	242434.84	**
誤差変動	804444.02	63	12768.95	
全体変動	2501487.90	70		

\*\*:.1%有意 \*:.5%有意

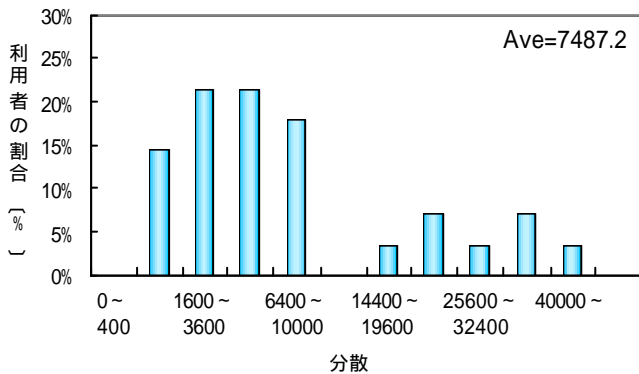


図3 利用者の到着時間差の分散

### 3.3 定時性向上による利用者便益

構築したモデル式を用いて、バスの遅れを減少させたときの、利用者便益を推計する。なお、利用者の減少した待ち時間は、現在の待ち時間から遅れ時間を減少させたときの待ち時間を差し引いたものとする。これに利用者の時間価値原単位 (32.58 円 / 人 分) を乗ずることで、利用者の減少された待ち時間を貨幣タームに変換する。これより、バスの遅れ時間が 0 分となったときの利用者の待ち時間は平均で 75.1 秒減少することが分かった。これに、時間価値原単位 (0.54 円 / 秒) を乗ずることによって、利用者便益は 40.8 円 / 人 回となる。この金額が利用者の支払う費用のうちの 21.8% を占める。

利用者の時間価値については、国土交通省道路局「時間価値原単位および走行経費原単位の算出方法」による「乗合バスの同乗者 (乗客) の非業務目的の乗客の時間あたりの機会費用」を適用した。

### 4. 定時性向上による事業便益の推計

定時性の向上によるバス事業者の便益は、利用者転換による運賃収入の増加と、運行時間の短縮による時間短縮便益である。これらを定量的に推計する。

#### 4.1 利用者増加による事業者便益

定時性が向上した場合のバスへの転換率から、利用者の増加に伴う便益を推計するため、手段選択モデルを構築した。

##### 4.1.1 手段選択モデルの構築

事業者便益は、定時性が向上した場合のバスへの転換率から、利用者の増加に伴う便益を算出する。そのため、PT調査データをもとに、非集計多項ロジットモデル (Multinomial Logit ML) を用いて、手段選択モデルを構築した。

##### (1) 使用データの概要

本研究では、平成 11 年長岡都市圏パーソントリップ調査 (長岡都市圏都市交通計画調査委員会) のデータを用いた。しかし、長岡都市圏全域のデータを用いるのではなく、バス専用レーン及びバス優先信号があるにもかかわらず、通勤ラッシュ時に渋滞が発生し、バスの定時性に大きく影響を与えているバスルート351号沿線上 (長生橋西詰) を対象とした。また、通勤目的であるサンプルは 760 サンプルである。そのうち、長岡市内の通勤トリップである 631 サンプルを抽出した。交通手段の選択肢は、バス、マイカー、相乗り、徒歩自転車、送迎の 5 種類に分類した。各個人の交通手段の内訳は、バスが 28 人、マイカーが 380 人、相乗りが 16 人、徒歩 自転車 が 186 人、送迎が 21 人である。

##### (2) 手段選択モデルの構築

手段選択モデルは、ML モデルを用いて、式 (1) ように表される。また、それぞれの選択肢の効用関数は式 (2) で表され、選択肢特性は、選択肢固有ダミー及びトリップ費用と所要時間とし、社会経済変数として年齢と性別の個人データも変数とした。なお所要時間は、乗車時間と徒歩時間から算出し、バスの交通手段のみ待ち時間を考慮する。各特性の固有 共通変数は、表 4 に示す。

$$P_{in} = \frac{\exp(V_{in})}{\sum_{j \in J_n} \exp(V_{jn})} \dots\dots\dots (1)$$

$$V_{in} = \sum_{k=1}^K b_k X_{ink} \dots\dots\dots (2)$$

- $P_{in}$  : 個人  $n$  が選択肢  $i$  を選択する確率
- $V_{in}$  : 個人  $n$  が選択肢  $i$  の選択による効用の確定項
- $V_{jn}$  : 個人  $n$  が選択肢集合  $J_n$  の  $i$  以外の全ての選択  $j$  の選択による効用の確定項
- $k$  :  $k$  番目のパラメータ
- $X_{jnk}$  : 個人  $n$  の選択肢  $i$  についての  $k$  番目の説明変数

表 4 モデルの説明変数

	選択肢特性					社会経済変数				
	選択肢固有ダミー				完全共通変数		年齢	性別	性別	性別
	$X_{in1}$	$X_{in2}$	$X_{in3}$	$X_{in4}$	費用	所要時間				
$V_{1n}$ バス	1	0	0	0	$X_{1n5}$	$X_{1n6}$	0	0	0	0
$V_{2n}$ :マイカー	0	1	0	0	$X_{2n5}$	$X_{2n6}$	0	$X_{2n8}$	0	0
$V_{3n}$ 相乗り	0	0	1	0	$X_{3n5}$	$X_{3n6}$	0	0	$X_{3n9}$	0
$V_{4n}$ 徒歩 自転車	0	0	0	1	0	$X_{4n6}$	$X_{4n7}$	0	0	$X_{4n10}$
$V_{5n}$ 送迎	0	0	0	0	$X_{5n5}$	$X_{5n6}$	0	0	0	0
Parameter	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\beta_6$	$\beta_7$	$\beta_8$	$\beta_9$	$\beta_{10}$

(3) パラメータの推定結果

各パラメータの推定結果を表 5 に示す。パラメータの  $t$  値は全て 5% 有意水準を満たしており、パラメータの安定性が高い。また、トリップ費用 所要時間ともにパラメータの符号はともに負になっており、一般的に交通手段選択時に選択する理由から考えても正しいことが分かる。尤度比も適合度が高く、的中率も 92.2% と再現性が高い。

選択肢固有ダミーは、マイカーが最も大きく、自動車交通の強みが再現できている。また、完全共通変数である費用と旅行時間は、トリップ費用に比べて旅行時間の係数の方が大きいことから、通勤者における旅行時間はトリップ費用よりも手段選択に大きく影響していることがわかる。したがって、交通手段の旅行時間を短縮することによって、その手段の効用が増加することがわかる。

社会経済変数の年齢は、年齢の高い人ほど徒歩・自転車の効用が減少することから、年齢が高くなるほど徒歩 自転車による通勤に疲労や苦痛を感じていることが考えられる。

この結果から、バスの定時性が向上することによって、現在のバス以外の交通手段選択者がバスへ転換し、バス利用者の増加が期待できるといえる。

表 5 パラメータ推定結果

Coefficients	Parameter	t ratio
Cost	-0.024	-13.16
Travel Time	-0.122	-7.557
Age-WalkBicycle	-0.332	-2.579
Sex-WalkBicycle	-1.002	-2.16
Sex-Carpool	-1.74	-2.197
Sex-Car	-1.182	-2.155
Bus-Dummy	5.172	9.442
Car-Dummy	8.66	8.758
Carpool-Dummy	4.699	3.975
WalkBicycle-Dummy	7.303	6.332
$L(\hat{\cdot})$		-212.663
$h_L$		-212.663
$h_L(0)$		-1001.72
$\hat{\cdot}$		0.789
$-2$		0.778
hit ratio		0.922

4.1.2 定時性向上による利用者の増加とその割合

構築したモデルを使って、バスの定時性が向上されたときの、バスへの転換量を求める。バス利用者の待ち時間を 0 分に設定し、それぞれの選択結果を算出した。その選択結果を、定時性向上前に選択していた手段と定時性向上後に選択する手段とで比較した。これを図 4 に示す。バスの選択結果を比較すると、定時性向上前のバス通勤者は 26 人であったのに対し、定時性向上後は 29 人と 3 人増加した。また、マイカー通勤者の数は、定時性向上前は 391 人であったのに対し、定時性向上後は 388 人と 3 人減少している。これより、マイカー通勤者のうち 3 人がバスへ転換したことが分かる。この結果から、バスの定時性向上がバス利用者の増加とともに、マイカー利用者の抑制に影響を与えているということがいえる。また、この 3 人の転換は、定時性向上前のバス利用者の 11.5% に相当する。また、バス利用者のうち通勤者の占める割合は、15.7% であることから、転換者の全体に占める割合はおおよそ 1.8% となる。したがって定時性向上によるバス利用者の増加の割合は 1.8% である。

		定時性向上前					Modal Choice
		1	2	3	4	5	
定時性向上後	1	26	3	0	0	0	29
	2	0	388	0	0	0	388
	3	0	0	5	0	0	5
	4	0	0	0	200	0	200
	5	0	0	0	0	9	9
		26	391	5	200	9	631

図 4 定時性向上前後の選択結果

表 6 定時性向上による利用者増加の割合

	バス	マイカー	相乗り	徒歩 自転車	送迎
定時性向上前	26	391	5	200	9
定時性向上後	29	387	5	200	9
利用者増加の割合	11.5%	-1.0%	0.0%	0.0%	0.0%

4.2 運行時間短縮による運行経費の削減率

これまでと同じ量 質の輸送サービスで、バスの遅れ時間が減少したとき、運行経費が削減される。このときの定時性向上による事業者の運行時間短縮便益を推計する。

(1) 運行経費の割合

事業者の運送費は時間によって影響する時間変動費と時間の変動に影響しない固定費から構成され、その割合を「時間比例費 65.4%」、「距離比例費 11.8%」、「車両費 8.4%」、「固定費 14.3%」に分類する。(表 7)

表7 運行経費の内訳

		運行経費	割合
時間変動費	時間比例費	人件費	65.43%
	車両費	車両減価償却費	8.43%
		保険料	
		車両修繕費	
時間固定動費	距離比例費	燃料油脂費	11.80%
		事故賠償費	
		施設使用料	
	施設割賦税		
	道路使用料		
	その他経費		
	一般管理費		
	営業外費用		
	計		100.00%

(2) 運行時間短縮便益

1日のドライバー(車両)の運行業務より運転時間および折返し時間を調べた結果、平均運転時間は31.4分、平均折返し時間は15.0分であった。

定時性の向上によって変動する費用は、時間比例費と車両費のみであるため、距離比例費(11.8%)と固定費(14.3%)は一定であり、定時性向上後の運送費は、以下の算定式で算出する。

$$\begin{aligned} & \text{定時性向上後の運送費 (\%)} \\ & = \text{距離比例費 (11.8\%)} + \text{固定費 (14.3\%)} \\ & \quad + \text{時間比例費 (定時性向上後の割合)} \\ & \quad + \text{車両費 (定時性向上後の割合)} \end{aligned}$$

定時性が向上後の総費用は定時性向上前の総費用を100%としたとき、92.8%となり7.2%の削減が期待できることが分かった。(表8)

表8 定時性向上前後での運行経費の比較

	時間比例費	距離比例費	車両費	固定費	運行費用
定時性向上前の費用の割合	65.4%	11.8%	8.4%	14.3%	100.0%
削減率	9.7%	0.0%	9.5%	0.0%	7.2%
定時性向上後の費用の割合	59.1%	11.8%	7.6%	14.3%	92.8%

4.3 定時性向上による事業者便益

(1) 利用者増加による事業者便益

4.1より定時性が向上した場合、利用者の増加率は1.8%であることが分かった。利用者の増加は、運送収入の増加であり、これが事業者便益となる。これを定量的に示すと以下のように算出される。

定時性向上による乗客増加がもたらす事業者便益

$$\begin{aligned} & = \text{定時性向上による運行経費削減率 (7.2\%)} \\ & \quad \times \text{定時性向上前の運行経費 (2,187,893,000 円)} \\ & = 157,164,409 \text{ 円} \end{aligned}$$

また、表9より収入のうち運送収入の割合は97.8%にも上る。したがって、運送収入となる乗客の増加は、事業者収入に大きな影響を与える。

表9 収入の内訳

運送費	92.7%
一般管理費	7.0%
営業外費用	0.3%
合計	100.0%

(2) 運行時間短縮による事業者便益

4.1より定時性向上後の運行費用は7.2%の削減できることが分かった。したがって定時性向上による運行時間短縮便益は以下のように算出される。

$$\begin{aligned} & \text{定時性向上による乗客増加がもたらす事業者便益} \\ & = \text{定時性向上によるバス利用者増加の割合 (1.8\%)} \\ & \quad \times \text{運送収入 (1,682,310,000 円)} \\ & = 30,281,580 \text{ 円} \end{aligned}$$

表7より、運行経費のうち時間変動費の占める割合は73.9%であることから、定時性向上によって大幅な運行経費の削減が期待できる。

5 まとめと今後の課題

バスの運行定時性の向上は、停留所での待ち時間を減少させ、利用者には待ち時間短縮の効果があることを定量的に示した。また、バス事業者においては、定時性の向上はサービスレベルの向上につながり利用者の増加が見込めることが分かった。さらに、運行時間の短縮にもつながることから、運行経費の削減も期待できることを定量的に明らかとした。

今後の課題としては、バスの遅れと利用者の到着時刻の関係について調査・分析を進め、より多くのサンプルを確保し、モデルの精度を向上させることが必要である。また、実際に定時性向上のための施策の導入についての具体的な検討と、その費用と効果を評価することが今後の課題となる。

【参考文献】

- 1) 中川大・天野光三・戸田常一:バス交通を主体とした都市公共交通網の利便性評価に関する研究,日本都市計画学会学術研究論文集,1990年
- 2) 頭河正信・高野伸栄・萩原亭:バス運行データを用いた路線バス運行評価に関する研究,土木計画学研究・講演集/No.21(2),1998年
- 3) 佐野可寸志・松本昌二・野沢徹・尾羽根幸:交通シミュレーションモデルを用いたバス優先施策評価,土木計画学研究・論文集 No.17,2000年